

固体電解コンデンサ及びその製造方法

(Electrolytic Capacitor and Method for Manufacturing the Same)

発明の分野 (FIELD OF THE INVENTION)

本発明は各種電子機器に利用される固体電解コンデンサ及びその製造方法に関するものである。

発明の背景 (BACKGROUND OF THE INVENTION)

従来の固体電解コンデンサでは、アルミニウムやタンタルなどの多孔質化された弁金属シート体の厚み方向の片面あるいは中間の芯部である電極部と、この弁金属シート体の多孔質化された表面に形成された誘電体被膜と、誘電体被膜の表面に設けられた機能性高分子などによる固体電解質層と、固体電解質層の表面に設けられた集電体層と、この集電体層上に設けられた金属による電極層とを設けた固体電解コンデンサ素子を有する。この固体電解コンデンサ素子は積層され、各固体電解コンデンサ素子の電極部と電極層とが外部端子に接続され、この外部端子が表出するように外装が形成されている。

従来の固体電解コンデンサにおいては、大容量化と等価直列抵抗 (E S R) を下げることはできるが、一般的な固体電解コンデンサと同様に外部端子を介して回路基板上に実装しなければならない。

半導体部品と同じように回路基板に表面実装される固体電解コンデンサでは、実際の回路を構成した状態での E S R や等価直列インダクタンス (E S L) が端子長や配線長により大きくなり、高周波応答性に劣る。

こうした課題を解決するため、固体電解コンデンサの片面の表面に陽・陰極電極の両方が配置され、種々の電子部品をこの固体電解コンデンサ上に直接実装することで E S R や E S L を下げることができる固体電解コンデンサが提案されている。

発明の概要 (SUMMARY OF THE INVENTION)

固体電解コンデンサは、多孔質部を第 1 面に有する弁金属シート体と、前記多孔質部上に形成された誘電体被膜と、前記誘電体被膜上に形成された固体電解質層と、前記固体電解質層上に形成された集電体層と、前記集電体層と導通し、前記弁金属シート体を貫通し、前記弁金属シート体と絶縁されて、前記弁金属シート体の第 2 面の方向に表出するスルーホール電極と、前記スルーホール電極と絶縁され、前記弁金属シート体と接続されて、前記弁金属シート体の前記第 2 面の方向に表出する電極端子と、前記弁作用金属体の前記誘電体被膜と前記固体電解質層と前記集電体層とが形成されない部分を貫通して設けられた絶縁部と、前記絶縁部を貫通する貫通電極とを備える。

この固体電解コンデンサは半導体部品等と直接接続でき、高周波応答性に優れて大容量と高い信頼性を有する。

図面の簡単な説明 (BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS)

図 1 は本発明の実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの斜視図である。

図 3 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの電極の配置を示す平面図である。

図 4 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの要部の拡大断面図である。

図 5 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 6 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 7 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 8 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 9 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 10 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 11 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 12 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 3 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 4 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 5 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 6 は実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図である。

- 5 図 1 7 は本発明の実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 8 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 1 9 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 0 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

- 10 図 2 1 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 2 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 3 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 4 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 5 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

- 15 図 2 6 は実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 7 は本発明の実施の形態 3 における固体電解コンデンサの断面図である。

図 2 8 は本発明の実施の形態 3 における固体電解コンデンサの断面図である。

- 20 図 2 9 は本発明の実施の形態 3 における固体電解コンデンサの斜視図である。

図 3 0 は本発明の実施の形態 3 における固体電解コンデンサの斜視図である。

- 25 図 3 1 は本発明の実施の形態 4 における固体電解コンデンサの電極配置を示す平面図である。

図 3 2 は本発明の実施の形態 4 における固体電解コンデンサの平面図である。

図 3 3 は本発明の実施の形態 5 における固体電解コンデンサの電極配置を示す平面図である。

図 3 4 は実施の形態 5 における固体電解コンデンサの平面図である。

図 3 5 は実施の形態 5 における固体電解コンデンサの平面図である。

図 3 6 は実施の形態 5 における固体電解コンデンサの平面図である。

図 3 7 は本発明の実施の形態 6 における固体電解コンデンサの電極

5 配置を示す平面図である。

図 3 8 は実施の形態 6 における固体電解コンデンサの平面図である。

発明の実施の形態 (DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT)

(実施の形態 1)

10 図 1 は本発明の実施の形態 1 における固体電解コンデンサの断面図、
図 2 はコンデンサの斜視図、図 3 はコンデンサの電極の配置を示す平
面図、図 4 はコンデンサの要部の拡大断面図である。A 1, T a, N
b のいずれかによる弁金属シート体 1 は片面を酸などによってエッチ
15 ングすることによって表面に多数の微細な孔を有する多孔質部 6 が形
成されている。多孔質部 6 の表面は陽極酸化されて誘電体被膜 1 3 が
形成される。誘電体被膜 1 3 の上に固体電解質層 1 4 が形成されてい
る。これにより固体電解コンデンサとしての容量を取り出すことがで
きる。

あるいは、タンタルやニオブなどの粉末を弁金属シート体 1 の片面
20 に焼結して多孔質の焼結膜が形成され、焼結膜の表面に誘電体被膜 1
3 が形成され、さらに誘電体被膜 1 3 の上に導電性高分子材料からなる
固体電解質層 1 4 が形成されてもよい。

上記の材料はいずれも多孔質部 6 を容易に浸透し、
比較的高い誘電率を持つので固体電解質層 1 4 としてもよい。

25 固体電解質層 1 4 は、化学重合樹脂、ポリイミド、ポリオキシエー
ロールやポリチオフェンなどの有機高分子、または、マンガン溶
液を含浸させて熱分解したマンガン層でもよい。その結果、多孔
体 1 の固体電解コンデンサとして機能する。

らに導電性高分子材料が多孔質部 6 に充填されることによって、大きな容量が得られる。

- 5 固体電解質層 1 4 の表面に、例えばカーボン、銀ペースト等の導体からなる集電体層 7 が設けられており、コンデンサの一面へ電極が容易に取り出せる。

その後、集電体層 7 による一方の電極を弁金属シート体 1 の他面に引き出すために、弁金属シート体 1 を貫通するスルーホール電極 2 が形成される。スルーホール電極 2 と弁金属シート体 1 とは絶縁膜 3 によって電氣的に絶縁されている。

- 10 また、他方の電極として、弁金属シート体 1 と電氣的に接続された電極端子 4 が形成されている。

- さらに、上記固体電解コンデンサと電氣的に絶縁された絶縁部 8 を介し、固体電解コンデンサを貫通する貫通電極 9 が形成されている。さらに弁金属シート体 1 の他面には絶縁性を確保し信頼性を向上するために保護膜 5 が設けられるとともに、弁金属シート体 1 の外周部は電氣的絶縁性と機械的強度を高めるために外装 1 0 で被覆されている。

- 図 1 において、外装 1 0 はコンデンサの両面に電極を表出させるために弁金属シート体 1 の外周部のみに形成されているが、片面の集電体層 7 から電極を接続する必要がある場合にはコンデンサの片面にも外装 1 0 を形成することによって、このコンデンサはプリント基板上に実装する表面実装部品として利用しやすくなる。このように、外装 1 0 の形成場所は用途に応じて容易に変更できる。

- スルーホール電極 2、電極端子 4、貫通電極 9 の表出部にバンプ 1 1 が形成でき、半導体部品 1 2 と容易に接合できるので、このコンデンサは高密度実装に対応できる。

図 2 及び図 3 に示すように、実施の形態 1 による固体電解コンデンサではスルーホール電極 2 と電極端子 4 が互いに平行かつ交互に隣り合ってマトリクス状に配置されており、貫通電極 9 は隣り合うスルーホール電極 2 と電極端子 4 の中央に配置されている。これらの電極の

配置に関しては、接合する半導体部品 1 2 の端子数と端子ピッチに応じて設定できる。

図 5 ～ 図 1 6 はこの固体電解コンデンサの製造方法を示す断面図である。

- 5 まず、図 5 に示すように、アルミニウムからなる弁金属シート体 1 の片面にレジスト 1 6 が塗布され、他面に保護膜 5 が塗布される、その後、レーザ加工やパンチング加工で貫通孔 1 5 が設けられる。

次に、図 6 に示すように、有機絶縁性樹脂をディスペンサなどの方法で貫通電極 9 となる貫通孔 1 5 に注入して絶縁部 8 が設けられる。

- 10 次に、図 7 に示すように、電着法によって絶縁性樹脂を弁金属シート体 1 が露出した貫通孔 1 5 の内壁に付着させて絶縁膜 3 が形成される。この時、電着後の絶縁膜 3 の絶縁性樹脂を本硬化する前に、レジスト 1 6 が剥離困難にならない温度で絶縁性樹脂を仮硬化する。

- 15 次に、図 8 に示すように、溶剤に浸漬してレジスト 1 6 を剥離した後、絶縁膜 3 を本来の硬化温度にて本硬化させる。次いで、図 9 に示すように、酸などを用いて弁金属シート体 1 の片面をエッチングして、弁金属シート体 1 の片面に多孔質部 6 が形成される。多孔質部 6 の表面に誘電体被膜 1 3 が形成される。そして、図 1 0 に示すように、貫通孔 1 5 の内部に印刷、ディスペンサなどの方法によって導電性ペーストを充填し固めることによってスルーホール電極 2 が形成される。
20 スルーホール電極 2 は、めっきにより形成することで等価直列抵抗 (E S R) をより低くできる。

- 次に、図 1 1 に示すように、誘電体被膜 1 3 の上と片面のスルーホール電極 2 の上に固体電解質層 1 4 が形成され、固体電解質層 1 4 の
25 上にカーボンペースト及び A g ペーストからなる集電体層 7 が形成される。

固体電解質層 1 4 は重合法を用いて形成できる。すなわち、多孔質部 6 の表面に対して化学重合法を用いてポリチオフェンの核付けを行った後、電解重合法によって導電性高分子であるポリチオフェンの層

が形成される。この方法によれば多孔質部 6 の深部まで陰電極を形成できるので固体電解コンデンサの容量を効率よく取り出すことができる。又スルーホール電極 2 と集電体層 7 とは固体電解質層 1 4 を介することなく A g ペーストなどを用いて直接接続してもよく、この場合はより低抵抗で電極が引出せる。

更に、図 1 2 に示すように、電極端子 4 が形成される部位の保護膜 5 と貫通電極 9 が構成される部位の絶縁部 8 とがレーザ加工法などによって除去されて開口部 1 7 及び貫通部 1 8 が形成される。

更に、図 1 3 に示すように、開口部 1 7 に露出するアルミニウム面に N i めっき、C u めっき、金めっきなどによって電極端子 4 が形成される。その後、図 1 4 に示すように貫通部 1 8 の絶縁部 8 の表面にめっき処理の核付けを行い銅や銀のめっきにより貫通電極 9 が形成される。

そして、図 1 5 に示すように、弁金属シート体 1 の外周部が樹脂などの絶縁材料で覆われて外装 1 0 が形成され、さらに、図 1 6 に示すように、スルーホール電極 2、電極端子 4、貫通電極 9 の表出面上に半田、金、錫や銀などからなる接続バンプ 1 1 が形成され、固体電解コンデンサが得られる。

図 1 は、半導体部品 1 2 が実装された、上述のように得られた固体電解コンデンサを示す。固体電解コンデンサのスルーホール電極 2、電極端子 4、貫通電極 9 の表出面に設けられたバンプ 1 1 と半導体部品 1 2 の端子とが位置あわせされて直接実装される。

この固体電解コンデンサは、半導体部品 1 2 をその上に直接実装できる。両者の間に引き回しのために配線パターンが介在しないので、高周波領域において大きな問題となる E S R、等価直列インダクタンス (E S L) を小さくでき、高速な半導体部品 1 2 に対応できる固体電解コンデンサが得られる。例えば、この固体電解コンデンサは、容量を有するコンデンサと接合されない貫通電極 9 を備えている。したがって、回路基板上に実装された実施の形態 1 の固体電解コンデンサ

では、信号ラインなどがコンデンサを介さずに半導体部品 1 2 と直接接続することが必要な電極端子を固体電解コンデンサの内部に形成できる。これにより、実装面積を小さく、半導体部品 1 2 と信号ラインとの接合距離を小さくできる。

- 5 さらに、実施の形態 1 による製造方法では、種々の端子数、端子ピッチを有する半導体部品 1 2 に対応できる固体電解コンデンサが得られる。

(実施の形態 2)

- 10 図 1 7 は本発明の実施の形態 2 における固体電解コンデンサの断面図である。容量を有するコンデンサ自体は実施の形態 1 によるものと同様であるが、実施の形態 2 による固体電解コンデンサは、実施の形態 1 による固体電解コンデンサと異なり、弁金属シート体 1 の片面に設けた多孔質部 6 を貫通するビア電極 2 0 と、弁金属シート体 1 の多
15 孔質部 6 の側で半導体部品 1 2 とバンプ 1 1 で接続される。

実施の形態 2 による固体電解コンデンサについて図 1 8 ～図 2 6 を用いて詳述する。

- 図 1 8 に示すように、アルミニウムからなる弁金属シート体 1 の他面にはレジスト 1 6 が塗布され、弁金属シート体 1 の片面にはレーザ
20 加工、エッチングなどの方法によって貫通孔 1 5 および有底のブラインドビア 1 9 が形成される。

- 次に、図 1 9 に示すように、ブラインドビア 1 9 および貫通孔 1 5 の内部に絶縁部 8 が形成され、その後、実施の形態 1 と同様に、図 2 0 に示すように、弁金属シート体 1 の片面に多孔質部 6 が形成され、
25 多孔質部 6 の表面に誘電体被膜 1 3 が形成する。ここで、図 1 9 において、絶縁部 8 は弁金属シート体 1 の表面より突出する。突出する高さは後の工程で形成する集電体層 7 よりも高くする。

更に、実施の形態 1 と同様に誘電体被膜 1 3 の上に固体電解質層 1 4 が形成される。弁金属シート体 1 がタンタルやニオブである場合に

は、先にタンタルやニオブの粉末を塗布した後、焼成することによって多孔質部 6 が形成され、その後、レジスト 16 が塗布され、ブラインドビア 19 および貫通孔 15 が形成された後、絶縁部 8 がブラインドビア 19 および貫通孔 15 に形成され、図 20 に示す構造が得られる。

そして、図 21 に示すように、固体電解質層 14 上に集電体層 7 が形成され、その後、図 22 に示すように集電体層 7 の上の保護膜 5 が形成された後レジスト 16 が剥離される。

次に、図 23 に示すように、弁金属シート体 1 の他面にめっきが施されて下部電極 21 が形成される。

次に、図 24 に示すように、電極端子 4 とビア電極 20 が形成される部位の保護膜 5 と貫通電極 9 が構成される部位の保護膜 5 と絶縁部 8 とがレーザ加工法などによって除去され、開口部 17 及び貫通部 18 が形成される。

次に、図 25 に示すように、開口部 17 および貫通部 18 の内部に Cu めっきにより電極端子 4、ビア電極 20、貫通電極 9 が形成される。そして、図 26 に示すように、弁金属シート体 1 の外周部を樹脂などの絶縁材料で覆うことによって外装 10 が形成され、電極端子 4、ビア電極 20、貫通電極 9 の表出面上に接続バンプ 11 が形成されて固体電解コンデンサが得られる。

実施の形態 2 による固体電解コンデンサは、実施の形態 1 による効果に加え、弁金属シート体 1 の絶縁を必要とする部位は多孔質部 6 のみなので、電気絶縁性に関する信頼性が高く、製造工程が簡素化されるので生産性が高い。

さらに、実施の形態 2 による製造方法では、種々の端子数、端子ピッチを有する半導体部品 12 に対応できる固体電解コンデンサが容易に製造できる。

(実施の形態 3)

図 2 7、図 2 8 は本発明の実施の形態 3 における固体電解コンデンサの断面図である。図 2 9、図 3 0 はそのコンデンサの斜視図である。

図 2 7 に示すコンデンサは、図 1 に示す実施の形態 1 によるコンデンサとほぼ同じ構造を有するが、実施の形態 1 と異なり、貫通電極 1 0 9 が外装 1 0 に形成されている。図 2 8 に示すコンデンサは、図 1 7 に示す実施の形態 2 によるコンデンサとほぼ同じ構造を有するが、実施の形態 2 と異なり、貫通電極 1 0 9 が外装 1 0 に形成されている。

実施の形態 3 によるこれらの固体電解コンデンサは実施の形態 1、2 と同様に作成されるが、外装 1 0 を形成した後に貫通孔 1 5 が外装 1 0 に形成され、その後、めっき処理などで貫通電極 1 0 9 が形成される。

実施の形態 3 による固体電解コンデンサでは、貫通電極 1 0 9 の配置される位置はコンデンサの外周部である外装 1 0 に限定される。しかし貫通電極 1 0 9 は外装 1 0 で完全に絶縁されるので、絶縁不良を確実に抑えることができる。したがって、貫通孔 1 5 の孔径を微細化できるので、実施の形態 3 によるコンデンサは多数の貫通電極 1 0 9 を必要とする回路に有効である。

図 2 9 では外装 1 0 に 1 列の貫通電極 1 0 9 が設けられているが、図 3 0 に示すように、微細な多数の貫通電極 1 0 9 を外装 1 0 に配置できる。

加えて、実施の形態 3 による製造方法では、容易に種々の端子数、端子ピッチを有する半導体部品 1 2 に対応できる固体電解コンデンサが製造できる。

25 (実施の形態 4)

図 3 1、図 3 2 は本発明の実施の形態 4 における固体電解コンデンサの電極の配置を示す平面図である。そのコンデンサは、図 1 に示す実施の形態 1 による固体電解コンデンサ、または図 1 7 に示す実施の形態 2 による固体電解コンデンサとほぼ同様の構造を有するが、実施

の形態 1、2 と異なり、大きな面積の絶縁部 8 が形成され、絶縁部 8 の内部に複数の貫通電極 209 が形成されている。

5 実施の形態 4 による固体電解コンデンサは実施の形態 1、2 のコンデンサと同様に作成されるが、絶縁部 8 だけが異なった方法で形成される。まず、弁金属シート体 1 の絶縁部 8 を形成する部分が貫通され、その部分に樹脂等の絶縁性材料が挿入されて大面積の絶縁部 8 が作成される。その後、使用する半導体部品 12 の端子配置に合わせて絶縁部 8 に複数の貫通孔 15 が形成され、めっき処理にて貫通電極 209 が形成される。

10 実施の形態 4 によると、複数の貫通電極 209 は固体電解コンデンサの任意の部位で、かつ完全に絶縁された大面積の絶縁部 8 に形成されるので、絶縁不良を確実に低減できる。したがって、貫通孔 15 の孔径を微細化できるので、実施の形態 4 によるコンデンサは多数の貫通電極 9 を必要とする回路に有効である。また図 31、図 32 に示す
15 コンデンサの貫通電極 209 の配置位置に関して、必要に応じて複数の絶縁部 8 を任意の位置に配置し、貫通電極 209 を絶縁部 8 に形成できる。

(実施の形態 5)

20 図 33～図 36 は本発明の実施の形態 5 における固体電解コンデンサの電極の配置を示す平面図である。図 33 と図 35 に示すコンデンサは実施の形態 1 によるコンデンサと同じ構造を有する。

図 33 に示すコンデンサでは、スルーホール電極 2 と電極端子 4 が縦または横の一方向に交互にマトリクス状に配置されており、スルー
25 ホール電極 2 と電極端子 4 のいくつかは貫通電極 9 に置き換えられている。

図 35 に示すコンデンサでは、スルーホール電極 2 と電極端子 4 が縦横の二方向にマトリックス状に交互にマトリクス状に配置されており、スルーホール電極 2 と電極端子 4 のいくつかは貫通電極 9 に置き

換えられている。

図 3 4 と図 3 6 に示す固体電解コンデンサは実施の形態 2 による固体電解コンデンサと同じ構造を有する。

図 3 4 に示すコンデンサでは、ビア電極 2 0 と電極端子 4 が縦または横の一方方向に交互にマトリクス状に配置されており、ビア電極 2 0 と電極端子 4 のいくつかが貫通電極 9 に置き換えられている。

図 3 6 に示すコンデンサでは、ビア電極 2 0 と電極端子 4 が縦横の二方向にマトリックス状に交互にマトリクス状に配置しており、ビア電極 2 0 と電極端子 4 のいくつかが貫通電極 9 に置き換えられている。

これらの電極配置では、スルーホール電極 2 またはビア電極 2 0 と電極端子 4 が固体電解コンデンサの平面内において均等に交互に配置されるので、それぞれに電流が反対方向に流れる。したがって電流によって発生する磁界が効率良く相殺される。さらに、貫通電極 9 がスルーホール電極 2 またはビア電極 2 0 あるいは電極端子 4 の任意の位置に形成されているので、コンデンサが半導体部品 1 2 の端子と強く接合される。

(実施の形態 6)

図 3 7 ～図 3 8 は本発明の実施の形態 6 における固体電解コンデンサの電極の配置を示す平面図である。その固体電解コンデンサは図 1 に示す実施の形態 1 による固体電解コンデンサ、または図 1 7 に示す実施の形態 2 による固体電解コンデンサと同じ構造を有する。

図 3 7 に示すコンデンサでは、スルーホール電極 2 と電極端子 4 が縦横の二方向にマトリックス状に交互にマトリクス状に配置されており、その外周部に貫通電極 1 0 9 (2 0 9) が配置されている。図 3 8 に示すコンデンサでは、ビア電極 2 0 と電極端子 4 が縦または横の二方向にマトリックス状に交互に配置され、その外周部に貫通電極 1 0 9 (2 0 9) が配置されている。

貫通電極 1 0 9 (2 0 9) をコンデンサの外周部に配置することで、

スルーホール電極 2 またはビア電極 20 と電極端子 4 間で、これらの電極に流れる電流により発生する磁界が、貫通電極 109 (209) の影響なく大きく相殺できる。さらに、貫通電極 109 (209) が外周部に形成されるので、大容量の固体電解コンデンサが得られる。

5. 以上のように実施の形態 1 ～ 6 による固体電解コンデンサは、種々の半導体部品に対応でき、上記のように電極を配置することで高周波応答性に優れ、面積が小さく、かつ大きな静電容量を有する。